

UHPFRC を間詰とした UFC 床版の接合構造に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○齋藤公生 藤代 勝 一宮利通
 阪神高速道路(株) 正会員 山名宗之 鈴木英之 越野まやか

1. はじめに

道路橋床版の経年劣化に対する抜本的な対応として、床版取替えが行われている。都市高速道路においては、旧基準で設計された薄い RC 床版が多く、取替えに際しては床版自重の軽量化が求められている。その対策として、超高強度繊維補強コンクリートを用いた床版（以下、UFC 床版）が有効である。これまで、幅員 6.25m の玉出ランプ橋りでの実績があるが、上下線一体の幅員 18m 程度の本線橋に採用するに当たり、上下線に分割して製造・運搬し、現場にて接合する接合構造が必要となった。本報文では、この接合部の構造、設計概要および性能確認実験について述べる。

2. 接合構造の概要

接合構造は、橋軸直角方向に分割した床版を一体化するためのものである。床版同士を接合する一般的な構造として、ループ継手や鉄筋端部に定着体を設けた合理化継手がある。ループ継手は、ループ筋の加工形状や必要なかぶりの確保から床版厚さが最低でも 220mm 程度必要になる。防錆された鉄筋を用いても耐久性や付着ためのかぶりは確保する必要がある。合理化継手は、接合構造として重ね継手と同じ性能を持つためには 400mm 程度の場所打ちする施工幅を必要とする。対象橋梁の UFC 床版は、厚さ 140mm に設定しており、一般的な接合構造に変わる合理的な接合構造が必要となった。

この課題を解決するため、長さ 15mm と 22mm の鋼繊維を 1.75% 混入した超高性能繊維補強セメント系複合材料（以下、UHPFRC）を用いた接合構造を検討し、性能確認実験を経て適用に至った。UHPFRC は、高い圧縮強度と引張強度を有するため鉄筋の付着定着長を短くでき、接合構造を小さくすることが可能となる。さらに、材料マトリックスが高密度であることから環境作用に対する耐久性を併せ持つ。構造の断面図を図-1 に示す。

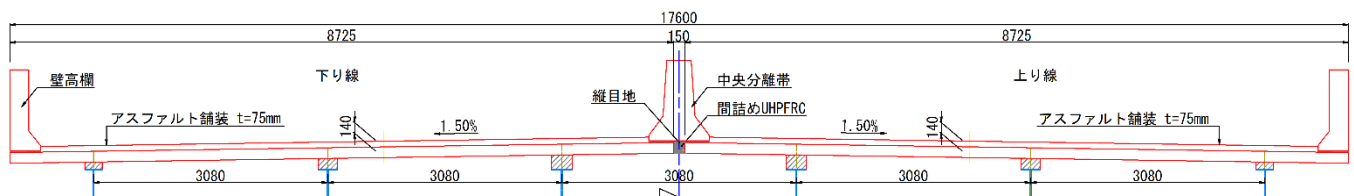


図-1 床版構造の断面図

3. 接合構造の設計

対象構造の接合部は主桁間の中央分離帯部に位置し、死荷重や活荷重の作用によって正曲げを受ける部位となる。この曲げモーメントに対し、間詰材に UHPFRC を使用した RC 構造として下側配置鉄筋を設計した。また、この接続鉄筋は、あき重ね継手配置とするため、接続鉄筋の間に発生する平面的な曲げ作用に対して間詰部に配置する鉄筋の配置ピッチを設定した。

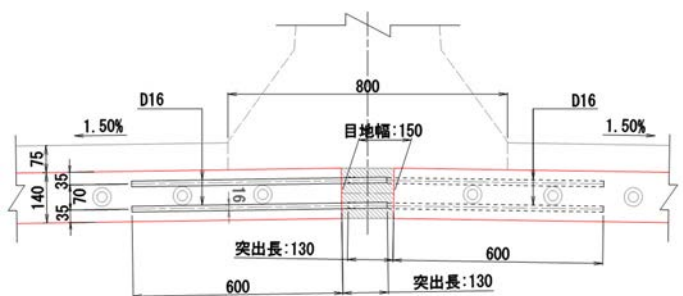


図-2 接合構造の断面図

接合構造の断面図を図-2 に示す。作用断面力は、床版および主桁をモデル化した 3 次元 FEM 解析結果から、死荷重と T 荷重の組合せで最も厳しいケースを選定し、床版をソリッド要素でモデル化した上面下面にキーワード 接合構造, UHPFRC, 定着長, あき重ね継ぎ手, FEM 解析

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株)土木設計本部構造設計部 TEL03-6229-6660

発生する応力度から曲げモーメントを算出して RC 計算で鉄筋応力度を 120N/mm^2 以下に制御する鉄筋量を算出した。また、引張領域に生じる引張応力の合力に対する引張鉄筋の必要断面積を算出したが、前述の RC 計算による必要鉄筋量の方が大きい結果となった。

鉄筋は、付着および UHPFRC の充填性を確保する純かぶりを 20mm として配置し、縦目地側には 8ϕ を突出させ、 5ϕ のあき重ね配置としている。床版側には、プレテンション PC 鋼材の付着伝達長となる 35ϕ の補強を兼ねた長さに配置した。 140mm の床版厚さに対し必要鉄筋は $D16\text{ctc}125\text{mm}$ となり、間詰幅は 150mm とした。接合部の接続鉄筋は上下線で床版を設置する際に重ならないよう半ピッチ軸方向にずらした配置とした。

床版下側に配置した接続鉄筋を平面的に見て、鉄筋が配置されたあき重ね箇所に対し、接続鉄筋から間詰材の UHPFRC が平面内に配置ピッチ間で曲げ作用を受けることになる。図-3 に平面の曲げイメージ図を示す。その間詰材の曲げ引張応力度を 2N/mm^2 を目安に鉄筋配置ピッチを設定した。

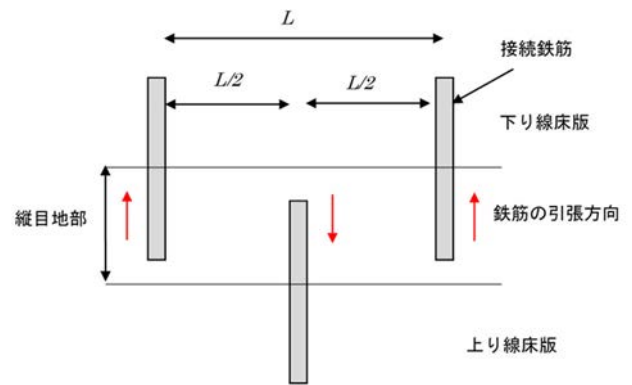


図-3 平面の曲げイメージ図

4. 接合構造の性能確認試験

前章で設定した鉄筋配置の接合部に対し、接合部と床版部を含んで橋軸直角方向に切り出したはり試験体を用いて性能確認試験を実施した (図-4)。試験体は、 $D16(\text{No.1})$ および $D22(\text{No.2})$ を対象として 1 体ずつとし、幅 760mm 、長さ 1.95m として等曲げ区間に接合部を配置した。試験開始時の間詰材の圧縮強度と曲げ強度は、 No.1 で 133N/mm^2 と 27N/mm^2 、 No.2 で 126N/mm^2 と 34N/mm^2 、鉄筋の降伏強度は、 $D16$ で 385N/mm^2 、 $D22$ で 450N/mm^2 であった。載荷試験は、引張鉄筋の応力度が許容応力度 120N/mm^2 となる荷重を 200 万回載荷したのち、破壊するまで単調に荷重を増加させた。載荷荷重、試験体中央のたわみおよび接合部の目開きを計測した。

繰返し載荷試験では、最大荷重時の目開きは試験開始時で $0.05\sim 0.15\text{mm}$ 、200 万回の繰返し載荷後で $0.15\sim 0.22\text{mm}$ であった (図-5)。繰返し載荷後の静的載荷試験では、 No.1 試験体は、鉄筋が降伏した後、圧縮縁の間詰が圧縮破壊する曲げ引張破壊となった。 No.2 試験体は、付着破壊させるために高強度鉄筋を用いたが、鉄筋の引張応力が 450N/mm^2 に達して降伏した後、付着破壊した。以上より、前章で設定した接合部は床版の接合部として必要とされる構造性能を満足しているといえる。

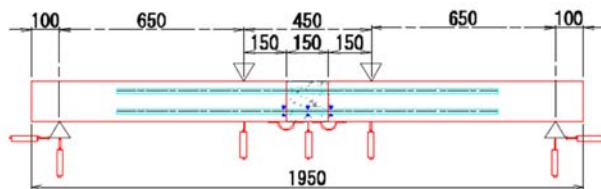


図-4 接合部載荷試験状況

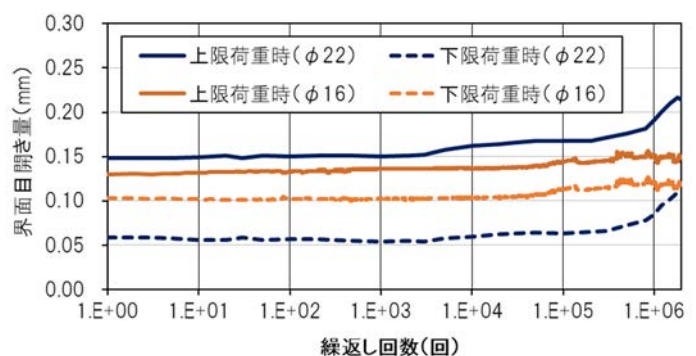


図-5 繰返し載荷中の目開き幅の推移

5. おわりに

UHPFRC を接合部の間詰めとして用いることで、接合部構造を合理化できることを確認し、RC 構造とした設計を行った。その結果、UFC 床版を適用した薄い床版構造であっても、性能を満足する接合構造が成立することを試験で確認して設計を行った。これにより、接合部の幅を小さくすることができ、現場で施工する作業の省力化が可能となった。

参考文献

- 1) 西原ら：床版取替えに用いる平板型 UFC 床版の設計，土木学会第 73 回年次学術講演会概要集，I-353，2018。